

Тема : **Надцарство Эукариоты. Царство Растения. Водоросли. Отдел Зеленые Водоросли**

**План:**

1. Деление царства Растения на подцарства.
2. Место настоящих водорослей в системе царства Растения.  
Деление на отделы.
3. Типы морфологической структуры водорослей.
4. Строение клетки водорослей.
5. Способы размножения водорослей.
6. Отдел Зеленые Водоросли

Цель: изучить общую  
характеристику водорослей,  
основные особенности Отдела  
Зеленые водоросли.

## **Литература:**

1. Белякова, Г. А., Дьяков, Ю. Т., Тарасов, К. Л. Ботаника: в 4 т. Т. 1. Водоросли и грибы: учебник для студ. высш. учеб. Заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
2. Белякова, Г. А., Дьяков, Ю. Т., Тарасов, К. Л. Ботаника: в 4 т. Т. 2. Водоросли и грибы : учебник для студ. высш. учеб. заведений / Г.А. Белякова, Ю.Т. Дьяков, К.Л. Тарасов. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 320 с.
3. Курс низших растений: учебник для студентов университетов / под ред. Б.П. Великанова. – М.: Высш. шк., 1981. – 505 с.

**Царство Растения принято делить на 3 подцарства: Настоящие водоросли, Багрянки (Красные водоросли), Высшие растения.**

Настоящие водоросли и Багрянки называют низшими растениями. Эти два подцарства вместе с цианобактериями раньше объединяли в сборную (не таксономическую!!!) **группу водорослей (*Algae*)**. Теперь цианобактерии рассматриваются в рамках царства Дробянки. Название «водоросли» дано по преимущественной среде обитания этих организмов – воде, хотя немало и сухопутных форм. В воде еще растут некоторые папоротники, мхи, цветковые растения – высшие водные растения.

Водоросли не следует путать с высшими водными растениями. Отличить их друг от друга позволяют то, что у водорослей (низших растений) нет дифференцировки на истинные ткани и органы, а также отсутствует стадия зародыша, т.е. зигота сразу развивается в дочерний организм. Вегетативное тело водорослей (и настоящих, и красных) называется таллом, или слоевище.

## **Основные критерии выделения отделов низших растений:**

1. Набор пигментов.
2. Продукты фотосинтеза (основные запасные вещества в клетке).
3. Ультраструктура пластид (хлоропластов, или хроматофоров).
4. Строение жгутикового аппарата у взрослых стадий или стадий, служащих для размножения.

## Деление настоящих водорослей на отделы

Отдел 1. Зеленые водоросли – *Chlorophyta*

Отдел 2. Желто-зеленые водоросли – *Xanthophyta*

Отдел 3. Диатомовые водоросли – *Bacillariophyta*  
(*Diatomeae*)

Отдел 4. Золотистые водоросли – *Chrysophyta*

Отдел 5. Пирофитовые водоросли – *Pyrrophyta*

Отдел 6. Эвгленовые водоросли – *Euglenophyta*

Отдел 7. Бурые водоросли – *Phaeophyta*

**Различают 10 типов морфологической структуры водорослей.**

### **Одноклеточные формы**

1. Амебоидная (ризоподиальная) – клетка не имеет жесткой оболочки (желто-зеленые водоросли – Ризохлорис, Ризохризис).

2. Монадная – клетка имеет жгутик, осуществляющий движение. У многоклеточных или неклеточных форм такую структуру могут иметь гаметы и зооспоры (Хламидомонада).

3. Коккоидная – неподвижные клетки одеты плотными оболочками и объединены в колонии или ценобии (Клостериум, хлорококк).

4. Пальмеллоидная – неподвижные клетки объединены в общую слизь (Тетраспора, из отд. Зеленые водоросли).

## Многоклеточные формы

5. Нитчатая – клетки соединены в нить (Улотрикс, спирогира).

6. Разнонитчатая (гетеротрихальная) – нити неоднородны, часть их стелется по субстрату, другая часть поднимается над ним (Стигеоклониум, из отд. Зеленые водоросли).

7. Пластинчатая, или ложнотканевая – таллом имеет форму тонкой пластинки, которая образуется из разросшейся густо разветвленной нити (Ульва, Ламинария).

8. Харофитная – самый сложный морфологический тип. Внешне водоросли напоминают хвощи. У них есть «стебель» и «листья», ризоиды с клубеньками.



## **Неклеточные формы**

9. Сифональная – водоросли имеют относительно крупные размеры, таллом – это одна гигантская клетка с большим числом ядер и без межклеточных перегородок. Рост таллома идет за счет митотического деления ядер, клетка же не делится (Бриопсис, Вошерия).

10. Сифонокладальная – слоевище построено из многоядерных клеток, которые соединены в нитчатые или иной формы многоклеточные талломы (Кладофора, сначала таллом развивается как сифональный, затем образуются перегородки и получается несколько крупных многоядерных клеток).

## Строение клетки водорослей

Клетка водорослей имеет характерные черты эукариотической клетки, т. е. присутствует ядро и все органеллы (пластиды, митохондрии, рибосомы, ЭПС, аппарат Гольджи, лизосомы, вакуоли).

Хлоропласты водорослей называют также **хроматофорами**. В отличие от хлоропластов высших растений хроматофоры чрезвычайно разнообразны по форме – бывают в виде пояска (улотрикс), спирали (спирогира), звезды (кlostериум), полусферы (ботридиум), пластинки (мужотия), сетки (клагофора).

**Двигательный аппарат** монадных клеток водорослей представлен жгутиками типичного для эукариот строения. Жгутик состоит из свободной части, базального тела и корней. Снаружи жгутик окружен мембраной, внутри содержатся микротрубочки (9 пар по периферии и 1 – в центре – в средней части и 9 триплетов и ни одной в центре – в базальном теле).

Монадные клетки обычно имеют кирпично-красный светочувствительный глазок, или стигму, представленный рядами гранул, содержащих пигмент астаксантин (гематокром). У водорослей разных групп глазки в деталях различаются. В большинстве случаев они являются частью хлоропласта, располагаясь между ламеллами, однако у эвгленовых водорослей глазки находятся вне пластиды.

## Способы размножения водорослей

**Вегетативное размножение** происходит частями таллома или при помощи специальных органов, например, клубеньков на ризоидах у водорослей рода Хара.

**Бесполое осуществляется** при помощи спор, которые бывают нескольких типов:

1) *зооспоры* – подвижные споры, снабженные жгутиками (Эктокарпус, Мелозира, Кладофора);

2) *апланоспоры* – неподвижные споры, лишенные жгутиков (Порфира, Полисифония); если апланоспоры по строению аналогичны материнским клеткам, то их называют *автоспорами* (Хлорелла);

3) *синзооспоры* – многоядерные и многожгутиковые зооспоры (Вошерия).

Суть **полового процесса** – слияние половых клеток (гамет). Однако у водорослей могут сливаться и неспециализированные структуры. Может происходить *автогамия* – слияние ядер внутри одной клетки – образуется диплоидная зигота (у диатомовых водорослей).

Половой процесс без образования гамет может идти путем слияния клеток морфологически неразличимых взрослых особей:

1) *хологамия* – слияние целых одноклеточных организмов (Дуналиэлла);

2) *конъюгация* – сливается содержимое вегетативных недифференцированных клеток (Класс Конъюгаты – Спирогира, Кл. Пеннатные из отд. Диатомовые водоросли).

## **Типы жизненных циклов растений**

Жизненным циклом называют изменения, претерпеваемые особью от какой-либо фазы развития до одноименной фазы (от споры до споры, от зиготы до зиготы, от гаплобионта до гаплобионта, от диплобионта до диплобионта).

У водорослей представлены все возможные типы жизненных циклов.

### **Варианты редукционного деления – R!**

Зиготическая редукция – первое деление зиготы

Гаметическая – перед образованием гамет

Спорическая – перед образованием спор

Соматическая – в клетках вегетативного тела

**Царство растения. Низшие растения.**  
**Водоросли . Отдел Зеленые водоросли – *Chlorophyta***

Во многих системах отдел зеленых водорослей делят на 3 класса:

- **Кл. собственно зеленые водоросли, или равножгутиковые - *Chlorophyceae, Isocontae*** характеризуется бесполом размножением обычно зооспорами с двумя-четырьмя, реже многими изоморфными жгутиками, иногда аплапоспорами. В классе представлены почти все ступени морфологической дифференциации таллома.
- **Кл. Конъюгаты - *Conjugatophyceae*** характеризуется отсутствием в жизненном цикле жгутиковых стадий, т.к. бесполое размножение отсутствует, а половой процесс - конъюгация.
- **Кл. Харовые водоросли - *Charophyceae*** включает крупные водоросли со сложной морфологической дифференцировкой нитчатого таллома. Бесполого размножения нет. Половой процесс - оогамный. Половые органы - оогонии и антеридии - многоклеточные, сложного строения.

**Кл. Собственно зеленые или равножгутиковые водоросли  
(*Chlorophyceae*)**

Занимает центральное положение среди всех зеленых водорослей. В этом классе весьма полно представлены ступени морфологической дифференциации таллома, которые взяты за основу деления класса на порядки.

**Порядок Вольвоксовые (*Volvocales*)**

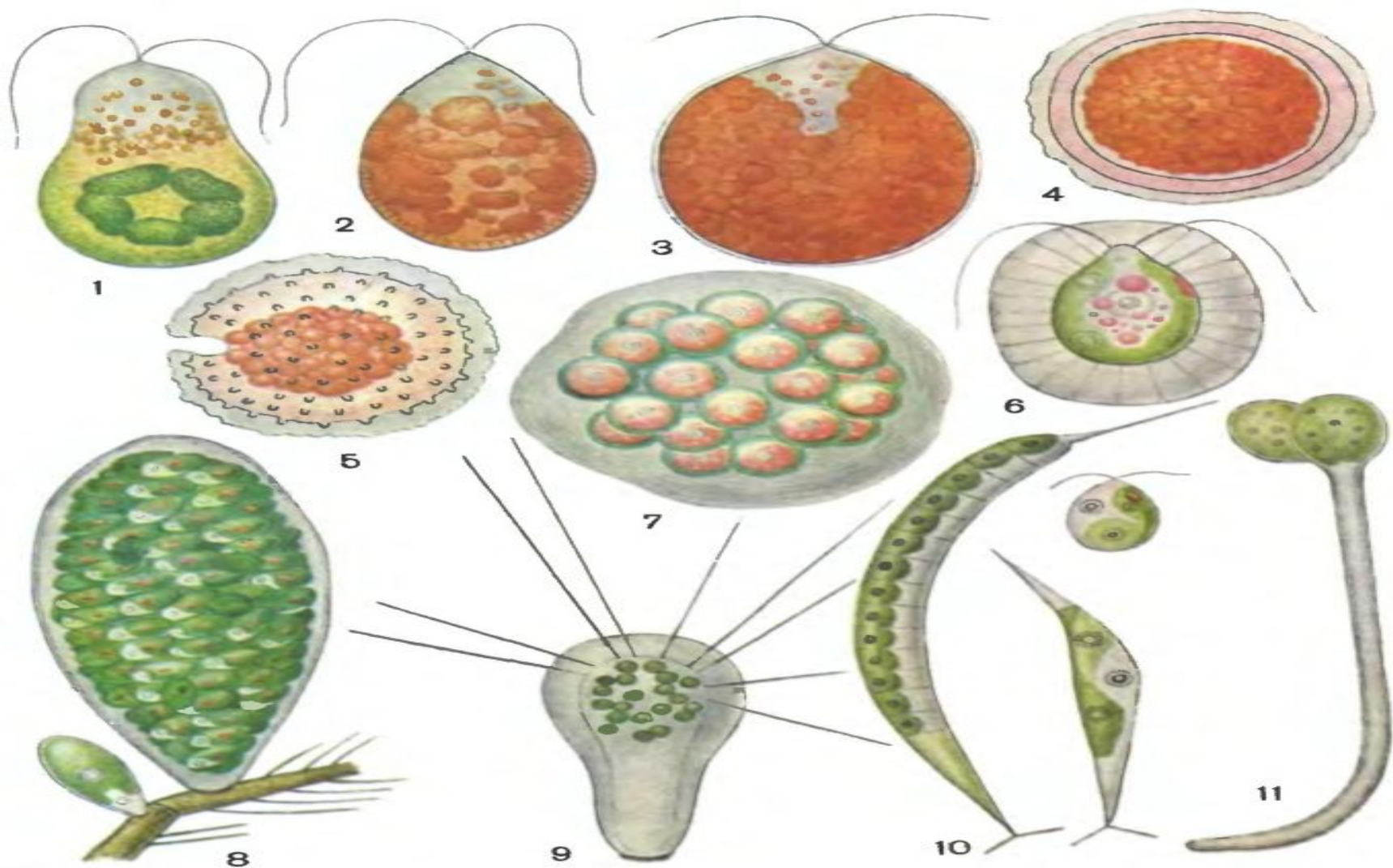
Сюда относятся монадные, т.е. снабженные жгутиками, одноклеточные, ценобиальные и колониальные водоросли, подвижные в течение вегетационной жизни. Жгутиков чаще 2(1-3). Ядро шаровидное, в центре клетки, хлоропласт один, чашевидный париентальный с одним крупным пиреноидом. В передней части глазок, есть пульсирующие вакуоли.

Большинство автотрофы, известны гетеротрофы и миксотрофы. Размножение вегетативное, бесполое и половое (разнообразные формы). Зигота прорастает после периода покоя.

Вольвоксовые - типичные активные **планктеры**. Обитают преимущественно в мелких, стоячих, нередко быстро пересыхающих водоемах.

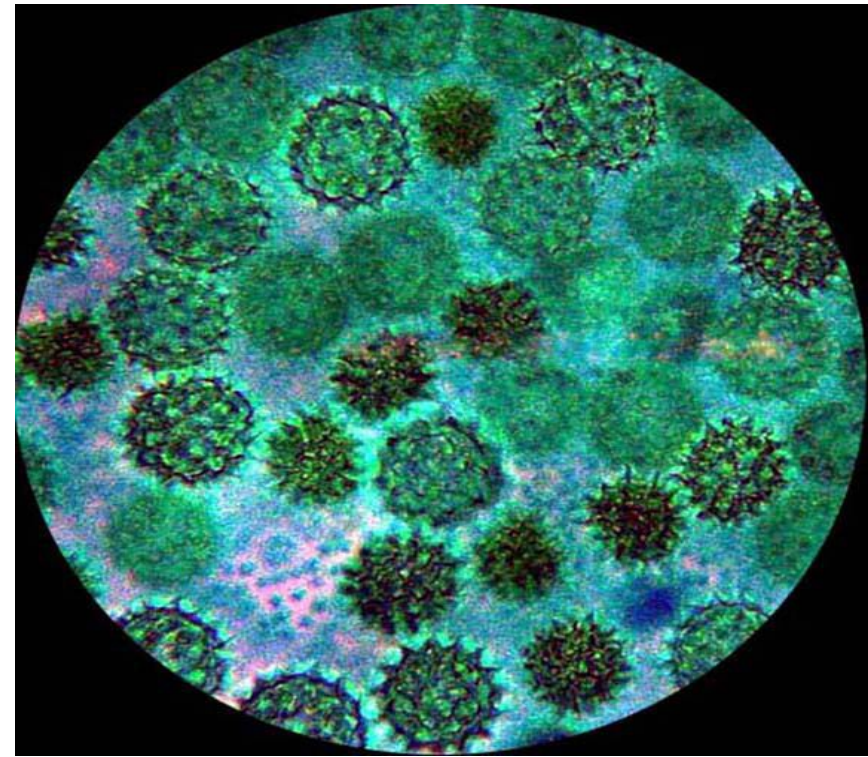
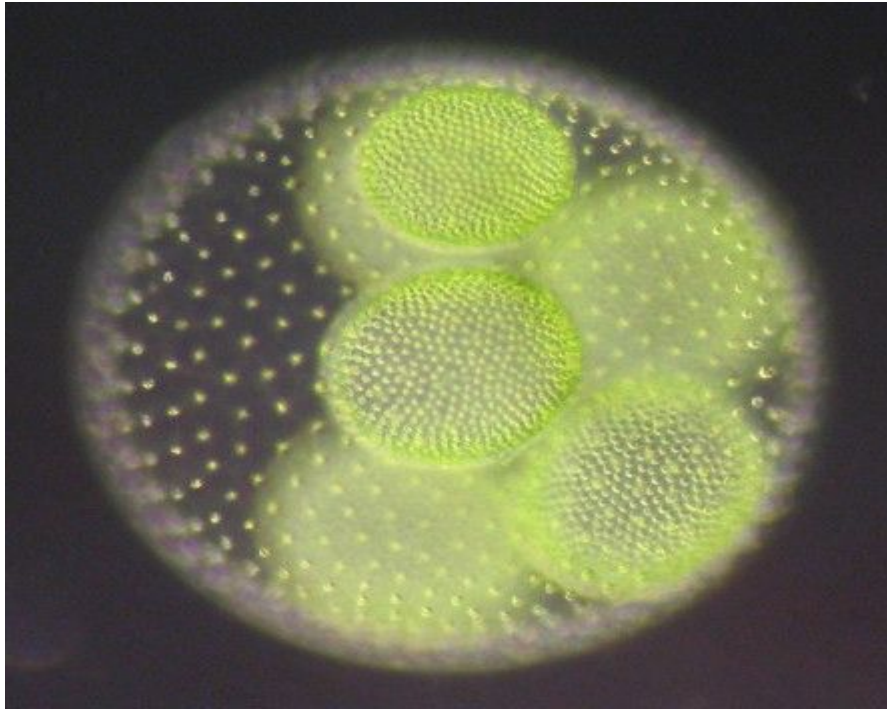
Это активные санитары загрязненных и сточных вод. Их используют в качестве показательных форм при биологическом анализе загрязненных вод. Большинство автотрофы, известны гетеротрофы и миксотрофы. Размножение вегетативное, бесполое и половое (разнообразные формы). Зигота прорастает после периода покоя.





**Таблица 29. Вольвоксовые и протококковые водоросли:**

1—7 — каротиноносные виды вольвоксовых (1—5 — *Dunaliella salina*, вегетативные клетки с каплями гематохрома (1, 2) и стадии образования цист (3—5); 6, 7 — *Haematococcus pluvialis*, вегетативная клетка и апланоспоры); 8—11 — протококковые (8 — *Chlorangiopsis epizootica*, молодая клетка и зооспорангий; 9 — *Apicystis brauniana*; 10 — *Korschikovella gracilipes*; 11 — *Protosiphon botryoides*).



**Вольвокс** - колонии в виде шаров диаметром до 2 мм, в периферическом слое от 20 до 50 тыс. хламидомонадоподобных клеток, сросшихся боковыми стенками и соединенных одна с другой плазмодесмами. В пределах колонии наблюдается дифференциация клеток. Громадное большинство - вегетативные клетки, не принимающие участия в размножении. Между ними более крупные репродуктивные клетки. Около десятка из них - **партеногонидии**, которые в результате многократных делений дают начало молодым дочерним колониям внутри материнской. Половой процесс - оогамия. Оогонии и антеридии возникают также из репродуктивных клеток.

## **Порядок Протококковые (*Protococcales*) или Хлорококковые (*Chlorococcales*)**

Порядок объединяет **коккоидные формы**, в основном это одноклеточные и ценобиальные формы, реже колонии. В эволюционном плане зеленых водорослей на этом этапе впервые возникла, утвердилась и приобрела широкое развитие коккоидная, типично растительная структура тела.

По строению протопласта протококковые напоминают вольвоксовых. Наиболее примитивные из них сохранили пульсирующие вакуоли, глазок и даже жгутики, хотя последние неподвижные и называются псевдоцилиями. Наличие этих рудиментальных органелл доказывает происхождение протококковых от вольвоксовых.

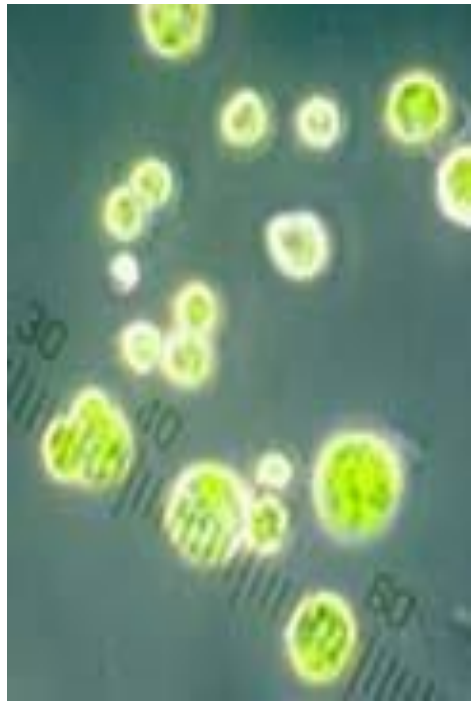
Громадное большинство - микроскопические формы, лишь у немногих родов таллом может достигать крупных размеров. Форма клеток разнообразна, но преобладает шаровидная, эллипсоидная и яйцевидная. Оболочка клеток всегда сплошная, из целлюлозы, реже с примесью пектиновых веществ, у низших форм - пектиновая. У многих видов она снаружи снабжена щетинками, иглами, шипиками, бородавками или слизью, что помогает клетке парить в толще воды.

Основная масса протококковых водорослей - планктонные формы. Для них характерна миксотрофность, некоторые виды встречаются в симбиозе с другими организмами. Есть среди протококковых виды - эндофиты, живущие в инфузориях, в лишайниках.

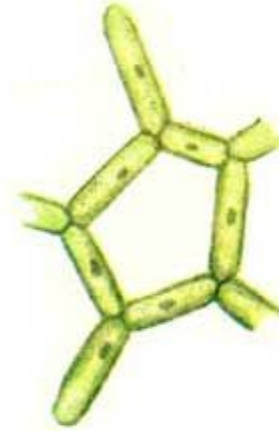
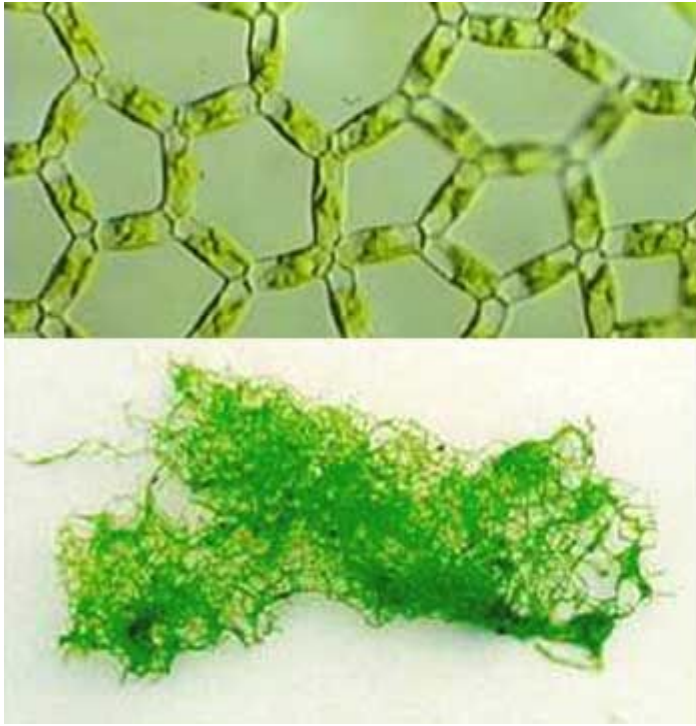
**У протококковых водорослей преобладает бесполое размножение, реже наблюдается половой процесс, иногда они размножаются путем простого деления клеток.**

Бесполое размножение осуществляется геми-зооспорами, зооспорами и автоспорами.

Половой процесс встречается редко, в основном, это - изогамия, еще реже - гетерогамия. Оогамия известна лишь у немногих родов.



**Хлорелла** - шаровидные клетки одеты гладкой оболочкой, содержат чашевидный, вернее колоколообразный хроматофор. Размножается хлорелла исключительно автоспорами, возникающими по 4 - 8 в одной клетке. Хлорелла нетребовательна к условиям, распространена повсеместно. В водоемах - это типичный планктер. Встречается и в бентосе, на наземных субстратах, входит в состав лишайников. Хлорелла удобна для различных исследований, по количеству работ, посвященных хлорелле, она занимает первое место среди водорослей. Хорошо культивируется.



**Гидродикцион сетчатый (водяная сеточка) - *Hydrodictyon reticulatum*** обычна в тихих заводях рек, прудах, ямах. Ценобии ее имеют вид сетчатого мешка до 1 м длиной. Каждая стенка петли - отдельная клетка длиной до 1,5 см, образовавшаяся из одной зооспоры. Внутри каждой клетки находится сложнорасчлененный хроматофор со многими пиреноидами, под ним - многочисленные ядра (до нескольких тысяч). При бесполом размножении протопласт клетки раскалывается на 7000-2000 двужгутиковых зооспор. Зооспоры не покидают оболочки материнской клетки, недолго движутся, складываются в новую маленькую сеточку, которая освобождается после расплывания

## Порядок Улотриксовые (*Ulothrichales*)

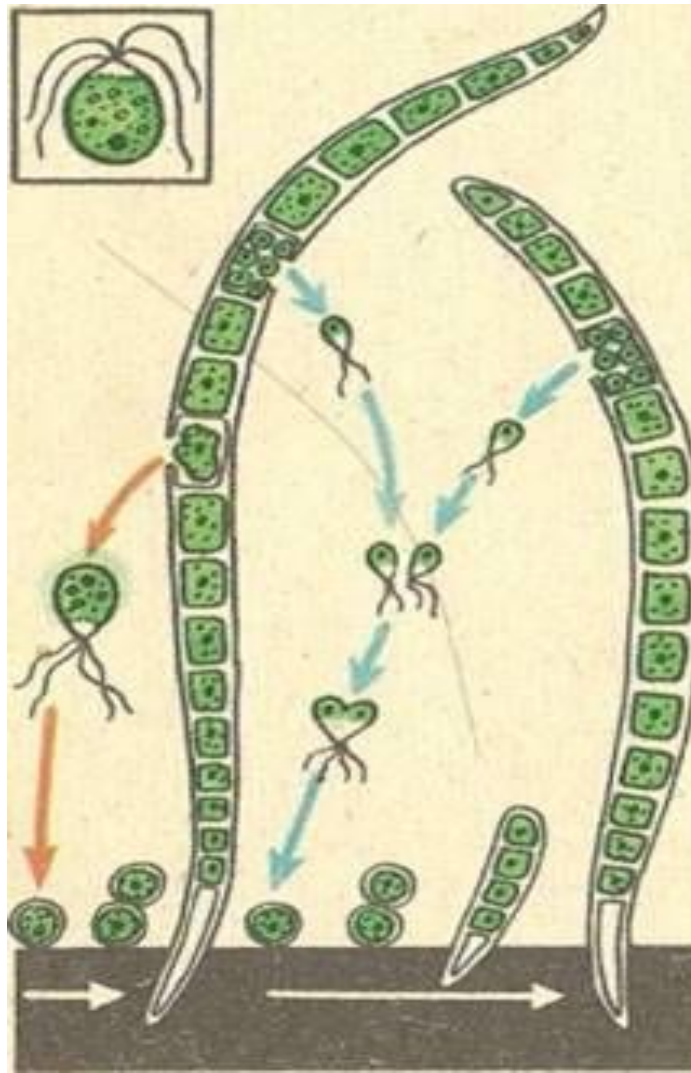
К улотриксовым относятся водоросли, имеющие нитчатое строение, а также некоторые пластинчатые и мешковидные, которые все же в начале онтогенеза имеют нитчатую форму. Все клетки растения могут участвовать в росте растения, все могут образовывать споры и гаметы, за исключением клеток основания нити, которыми они прикрепляются.

Клетки тела автономны: способны к регенерации, вегетативному размножению, а также способны становиться репродуктивными. При бесполом размножении во всех зеленых клетках развивается от 2 до 16(32) четырехжгутиковых зооспор. Обычно этот процесс начинается в апикальной (конечной клетке) и продвигается к основанию нити.

После периода движения зооспора останавливается, сбрасывая один задругим жгутики, прикрепляется к субстрату и прорастает в нить.



При половом размножении в клетках возникают двухжгутиковые гаметы в числе 4(8)-32(64). **Половой процесс чаще изогамный, преобладает гетероталлизм.** Четырехжгутиковая зигота прорастает в одноклеточный спорофит (спорофит впадает в период покоя), который при созревании распадается на 4-16 четырехжгутиковых зооспор. Зооспоры ведут себя так же как и зооспоры бесполого поколения.



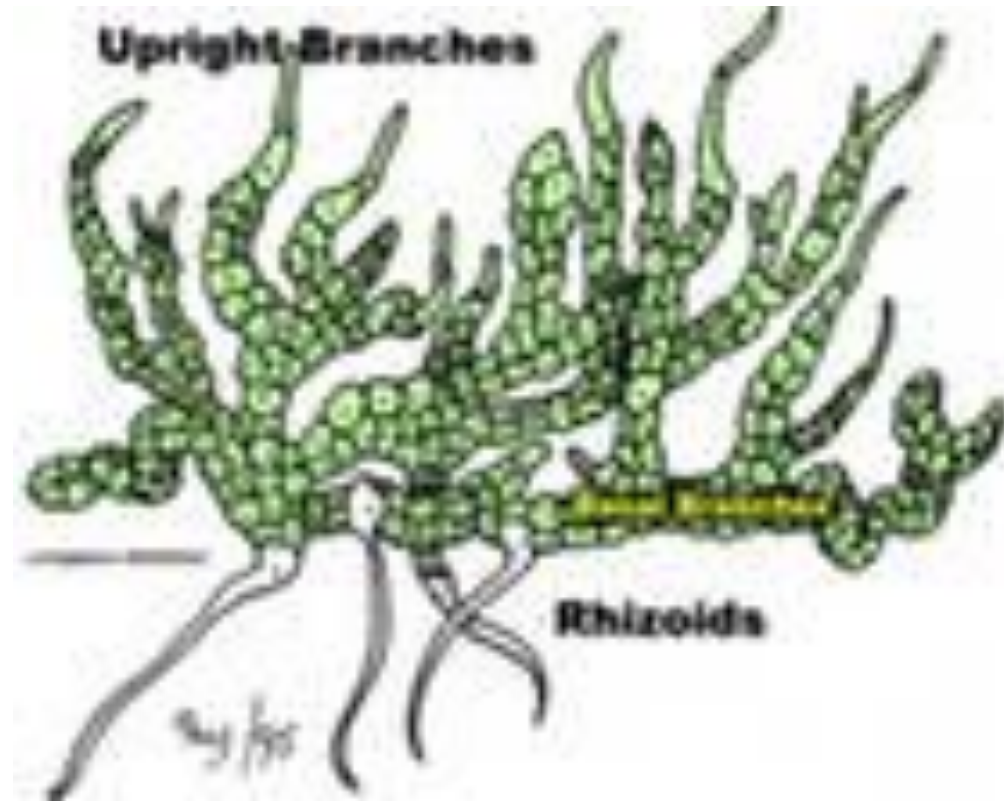
**улотрикс опоясанный (*Ulothrix zonata*), произрастающий прикрепленным к субстрату в быстро текущих чистых ручьях. Улотрикс образует нить из одного ряда клеток, одетых толстой оболочкой, в протопласте имеется пластинчатый хроматофор, опоясывающий клетку изнутри в виде незамкнутого кольца.**



**Ульва латук, или ульва салатная -*Ulva lactuca* L.** - таллом двухслойный, пластинчатый достигает крупных размеров, имеет гофрированные края и прикрепляется к субстрату суженным в короткий черешок основанием. Ульвовые в отличие от улотриксковых имеют паренхимное строение, преимущественно морские обитатели.

## Порядок Хетофоровые (*Chaetophorales*)

Слоевище представителей состоит из однорядных нитей, но нити эти ветвятся, и все слоевище дифференцировано на систему стелющихся и вертикальных разветвленных нитей - разнонитчатая структура. Большинство хетофоровых имеют на слоевище так называемые волоски или щетинки. У одних это - конечные клетки веточек, сильно вытянутые и лишенные содержимого. У других - это выросты оболочки. Хетофоровые преимущественно пресноводные организмы, у большинства из них тело покрыто тонким слоем слизи.



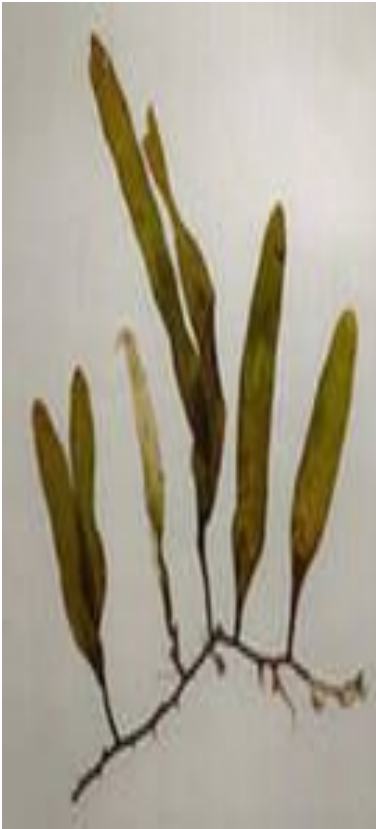
**фрициелла(Fritschiella)**, единственный вид, который приспособился к существованию в почве. Под поверхностью почвы простилаются стелющиеся нити, от которых вниз отходят ризоиды, а вверх - вертикальные нити.

## *Порядок Сифоновые (Siphonales)*

В порядок сифоновых объединены водоросли не имеющие клеточного строения. Их крупное, сложно устроенное тело представляет собой одну клетку с множеством ядер или большое число многоядерных клеток.

Внутреннее строение сифоновых характеризуется наличием центральной вакуоли и пристенного слоя цитоплазмы с множеством ядер.

В хлоропластах имеются, кроме обычных, два специфических пигмента - сифонеин и сифоноксантин. Сифоновые - группа довольно древняя. Общее число ныне живущих видов 400-500, больше 90% из них - морские. **Размножение - вегетативное и половое. Бесполого размножения у большинства представителей нет. Половой процесс гетерогамный, реже изогамный. Большинство этих водорослей диплоидны. Редукционное деление ядер имеет место перед образованием гамет. У некоторых обнаружена смена поколений (изо- и гетероморфная).**



Игольчатая каулерпа  
(*Caulerpa grassipes*)

**Р. Каулерпа (*Caulerpa*)** - горизонтально стелющееся разветвленное цилиндрическое корневище снизу несет разветвленные ризоиды, на верхней стороне - ряд вертикально стоящих ассимилирующих побегов в виде нитей, уплощенных ветвей, листоподобных образований.



**Каулерпа *Caulerpa (Coulepra)*  
racemosa.**





**Среди водорослей с сифонокладальной структурой следует отметить кладофору. Виды кладофоры распространены в морских и пресных водах, имеют нитчатый, обильно разветвленный таллом, состоящий из вытянутых цилиндрических клеток. Под толстой и сложной, не ослизняющей оболочкой располагается постенная цитоплазма, содержащая многочисленные ядра.**

## *Класс Конъюгаты, или Сцеплянки (Conjugatophyceae)*

Конъюгаты - одноклеточные и многоклеточные нитчатые водоросли.

Космополиты, встречаются на всех континентах. Живут неприкрепленными в пресных водоемах, реже в сырых местах в земле. Класс включает около 4500 видов. Их особенности - полное отсутствие жгутиковых стадий (зооспор и снабженных жгутиками гамет) и особый тип полового процесса в виде конъюгации. Образование зигот у конъюгат — явление довольно редкое.

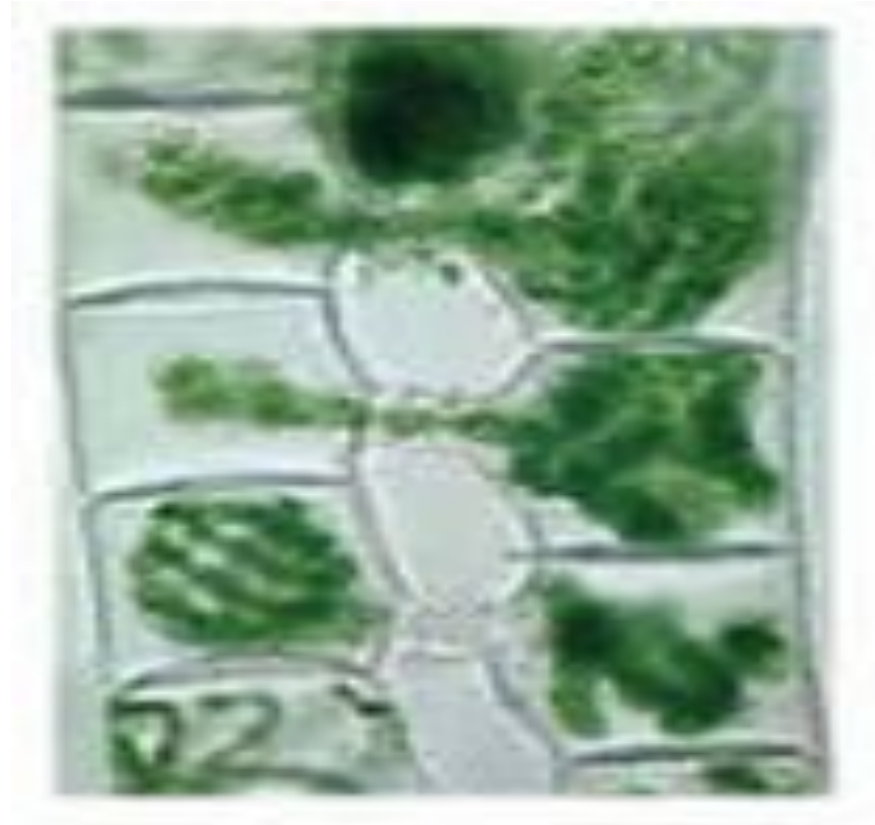
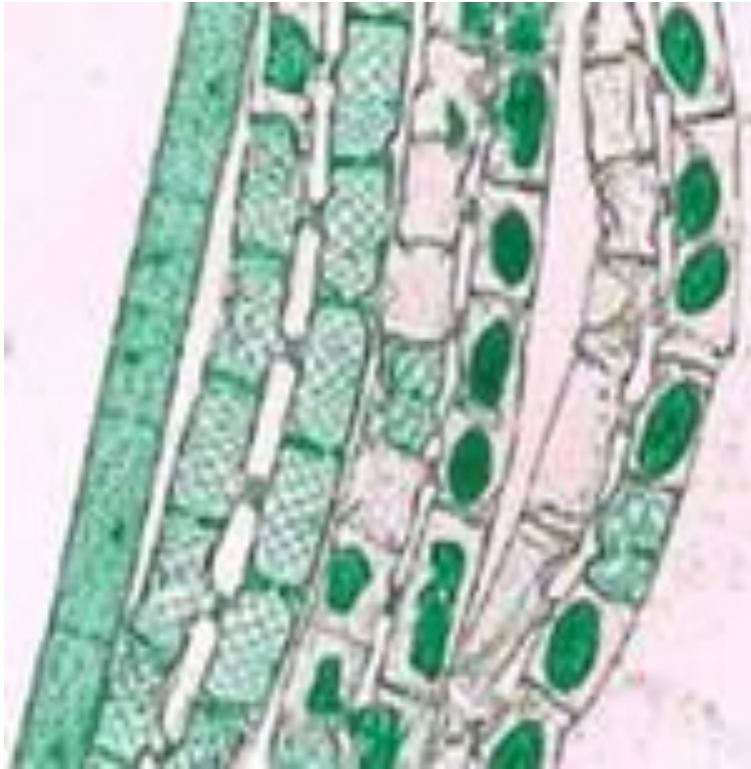
В вегетативном состоянии все гаплобионты. В большинстве случаев одноклеточные конъюгаты размножаются обычным вегетативным делением в поперечной плоскости, а нитчатые — распадением нитей на отдельные клетки. Клетки конъюгат одноядерные, хроматофоры крупные, лентовидные.

**Своеобразный половой процесс - конъюгация.**

## *Порядок Зигнемовые (Zygnematales)*

Нитчатые неветвящиеся ярко-зеленые водоросли пресных водоемов.

Состоят из одного ряда цилиндрических клеток, одетых цельной оболочкой без пор и слизистым чехлом. Благодаря чехлу нити зигнемовых и их скопления слизистые на ощупь. Важнейшими систематическими признаками при выделении родов у зигнемовых водорослей является форма и положение хлоропласта: осевой пластинчатый, осевой звездчатый или постенный спирально- лентовидный.



**Спирогира (*Spirogyra*)** - самый обширный род среди зигнемовых (около 340 видов) - имеет спирально закрученные зеленые ленты хлоропласта (от 1 до 16). По средней линии хлоропластов у спирогиры расположены многочисленные пиреноиды. Ядро крупное с ясно заметным ядрышком. У спирогиры известны покоящееся состояние вегетативных клеток, служащие для размножения - апланоспоры, акинеты, которые образуются из вегетативных клеток путем сокращения их содержимого и развития вторичной оболочки.

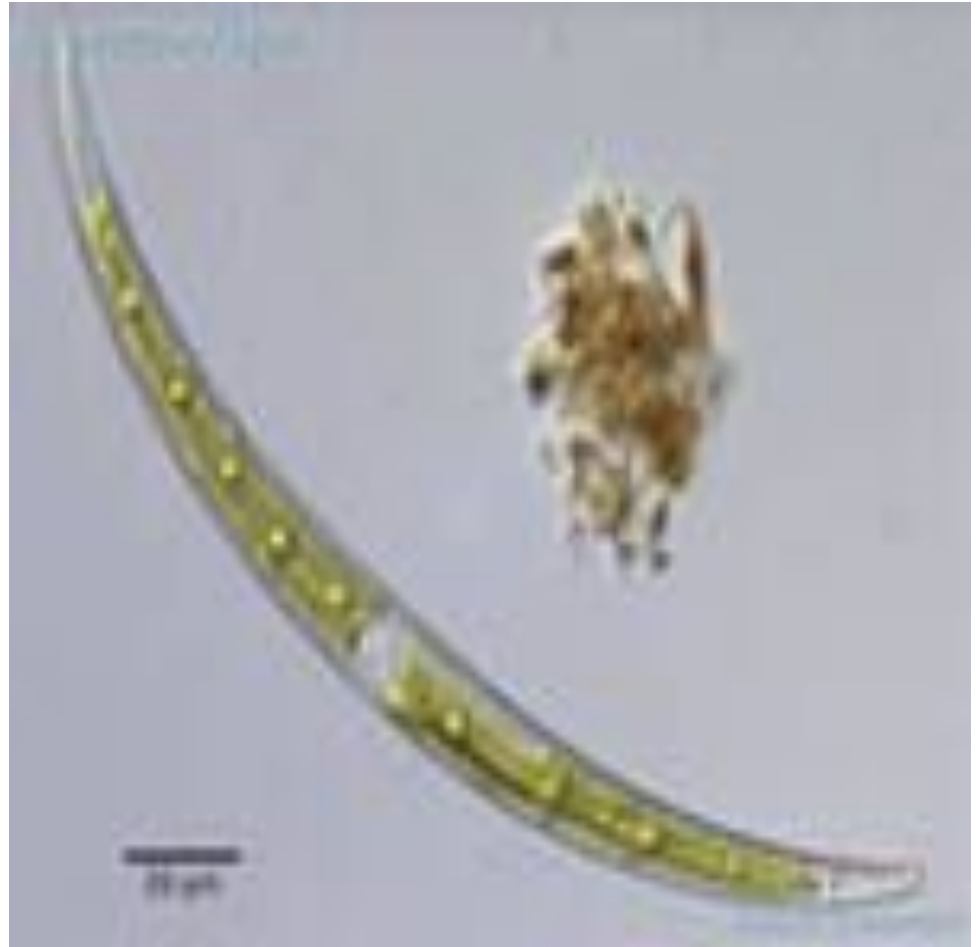


**Зигнема (*Zygneta*), ее без труда можно узнать по двум крупным хлоропластам звездчатой формы. В центре клетки, между хлоропластами лежит ядро.**

## ***Порядок Десмидиевые (Desmiales)***

Десмидиевые в основном одноклеточные водоросли, реже встречаются колонии, образующие длинные нити. Типичная клетка состоит из двух половинок, полуклеток, соединенных между собой более узкой частью- перешейком. Симметрия очертаний клеток отражается на симметрии протопласта и хлоропластов. Ядро у большинства видов десмидиевых занимает центральное положение, располагаясь посередине между хлоропластами двух половинок.

Внешний вид зависит от того, с какой стороны их рассматривать. Клетки обладают слизистой оболочкой с порами, открытие которых регулируется клеткой. Пory служат для выделения отбросов и предохранения клетки от нежелательных потерь клеточного вещества. Десмидиевые водоросли способны двигаться с помощью особой слизи, которая выделяется через специальные поры, размещенные на концах клеток.



**Род Клоостериум (*Closterium*) - клетки одиночные, имеют форму полумесяца, без перетяжек, ядро находится в цитоплазматическом мостике, в каждом рожке полумесяца - по хроматофору.**



### *Класс Харовые (Charophyceae)*

Класс насчитывает около 300 видов. Харовые водоросли, харофиты, лучицы, своеобразные растения напоминают по внешнему виду хвощи.

Растения пресновидные, макрофиты. Предпочитают водоемы, богатые солями кальция. Высота слоевища от 20-30 см до 1 м. Тонкое многоклеточное слоевище состоит из центрального таллома и отходящих мутовчатых ответвлений. Прикрепление к субстрату при помощи ризоидов.

Членисто-мутовчатое строение выражается в том, что на основных побегах, на некотором расстоянии друг от друга располагаются мутовки коротких равновеликих боковых побегов, также членистого строения.

Место расположения мутовок - узлы. Каждое междоузлие - одна многоядерная членистая клетка длиной до нескольких см. Снаружи междоузлие покрыто слоем специальных клеток - корой.

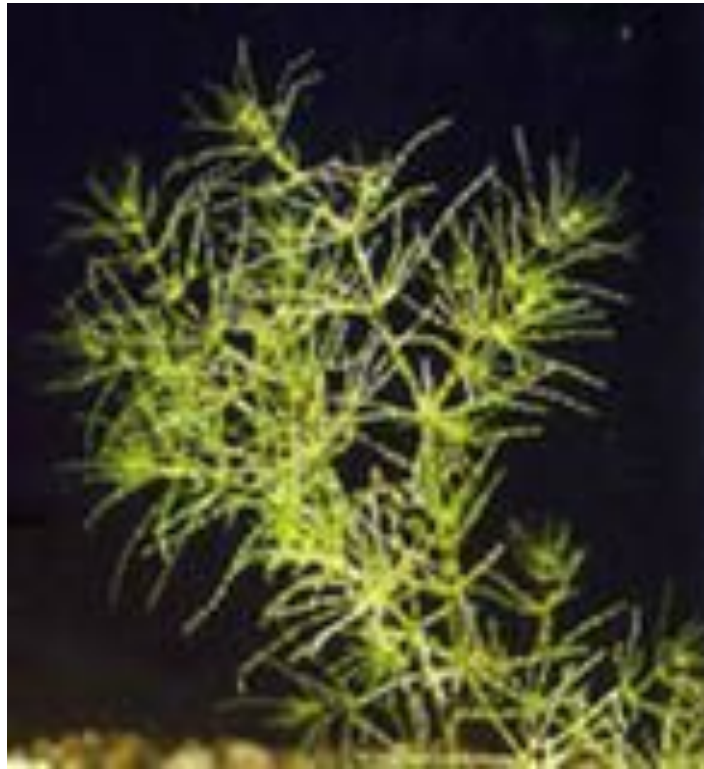
Наибольшее своеобразие в строении органов полового размножения.

Женский орган - оогоний, мужской - антеридий.

**В водоемах нашей зоны наиболее распространены роды:**

**Нителла (*Nitella*).** Отличается разветвленными «листьями», членики разветвлений обычно одноклеточные. Половые органы располагаются на узлах разветвлений «листа», выше - антеридий, а ниже его - один или несколько oogониев. Кора на «стеблях» нет.

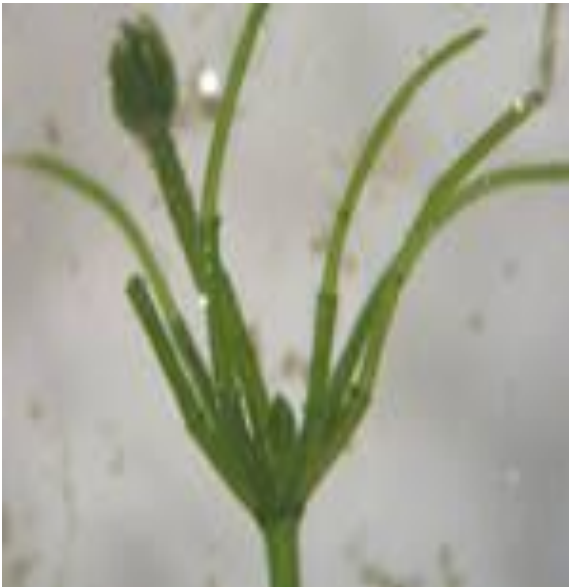
**Хара (*Chara*).** «Листья» с «прилистниками», хорошо развита одно-слойная и многослойная «кора». Половые органы обычно располагаются парами. Распространены **хара вонючая (*Chara foetida*)** – тонкостебельное жесткое растение с длинными «листьями» - и **хара ломкая (*Chara fragillis*),** отличающаяся неветвящимися «листьями».



Блестянка гибкая или Нителла (*Nitella flexilis*)



Хара ломкая (*Chara fragilis*)



Хара обыкновенная (*Chara vulgaris*).